

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-326491

(43)Date of publication of application : 26.11.1999

---

(51)Int.Cl.	G01S 7/02
	G01S 7/40
	H01Q 3/38

---

(21)Application number : 10-136825

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 19.05.1998

(72)Inventor : YAMADA YUKINORI

---

(54) PHASE CORRECTION VALUE DETERMINATION METHOD OF RADAR DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To determine a phase correction value such that a zero direction and an electric central direction are coincident by demanding a final correction value in every channels from a first correction value and a second correction value.

SOLUTION: A method for determining a phase correction value of a radar device providing with an array antenna comprising a plurality of element antennas as a receiving antenna comprises a first step in which a first correction value for correcting a phase deviation between respective channels of a plurality of element antennas is demanded in every channels; a second step in which a second correction value for correcting a deviation of a central direction and an electric central direction at the time of correcting a phase using the first correction value is demanded in every channels; and a third step in which a final correction value is demanded from the first correction value and the second correction value in every channels. Thereby, if a correction value for correcting an initial phase is demanded, a radar device in which a zero direction and an electric central direction are always coincident can be obtained. Namely, the radar device in which right and left detecting areas are symmetrical can be obtained.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3438768

[Date of registration] 13.06.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the phase correction value decision approach of the radar installation equipped with the array antenna which consists of two or more component antennas as a receiving antenna The 1st step which calculates the 1st correction value for amending the phase gap between each channel of two or more of said component antennas for every channel, The 2nd step which calculates the 2nd correction value for amending gap with the direction of a core when performing phase correction using said 1st correction value, and the direction of an electrical condenser for said every channel, The phase correction value decision approach of a radar installation of having the 3rd step which calculates the last correction value according to said channel from said 1st correction value and 2nd correction value.

[Claim 2] The phase correction value decision approach of the radar installation according to claim 1 characterized by arranging the 1st target at the front on the structure of said radar installation, operating said radar installation according to said component antenna channel, calculating a phase correction value from which the direction of said 1st target turns into the direction of nullity for said every channel in said 1st step, and making this phase correction value into said 1st correction value.

[Claim 3] In said 2nd step, arrange the 1st and 2nd targets which have the reflective [ target / said / 1st ] cross section to said 1st target and equal distance regular intervals, and said radar installation is operated. The phase correction value decision approach according to claim 2 characterized by performing phase correction by said 1st correction value, detecting said 1st [ the ] - the 3rd target, and calculating said 2nd correction value based on the disregard level of each target.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the phase correction value decision approach of the radar installation equipped with the array antenna which consists of two or more component antennas as a receiving antenna.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is for example, a digital beamforming (DBF) radar installation as this kind of a radar installation. Since a DBF radar installation is a method which scans the range of desired electronically, its scanner section is unnecessary, and it is equipped with the features that it is strong to vibration etc. at a small light weight. Therefore, the use as a radar installation for vehicles is expected.

[0003] By the way, in this kind of radar installation, it is necessary to arrange the phase between component antennas so that the direction of that target that each channel detects to the same target may be in agreement. Generally, this adjustment is attained by giving the phase correction value according to channel in the phase of signal processing.

[0004] Since the phase correction value according to channel is the thing of a proper, it measures according to an individual and determines the value as each manufactured radar installation. As the decision approach of a phase correction value, there is the "error detection approach of a DBF radar" indicated by for example, the Toyota technical public presentation collection (December 25, 1997 issue, issue number 7294). According to this technique, a target is arranged in the location considered to be the transverse plane of a radar installation, a radar installation is operated according to a component antenna channel, and a phase correction value from which the direction of a target turns into the direction of nullity in each channel is calculated for said every channel. The phase between channels is in agreement by storing this phase correction value classified by channel in the storage section of that radar installation, and performing amendment by this phase correction value in the case of DBF signal processing.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to this conventional phase correction value decision approach, although the direction of nullity of each component antenna is in agreement, that direction of nullity is not necessarily in agreement with the electrical condenser of a radar installation. This originates in the attachment error of a radar installation case and an antenna etc.

[0006] Therefore, when a radar installation is carried out to front detection, and it carries it in a vehicle, for example, and the direction of nullity of a radar installation is made in agreement with the transverse plane of a vehicle and is attached, the detection area of a radar installation shifts from a vehicle transverse plane, and there is possibility of detection malfunction.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The 1st step which calculates the 1st correction value for being made in order that the phase correction value decision approach of the radar installation of this invention may solve such a problem, and amending the phase gap between each channel of two or more component antennas for every channel, It has the 2nd step which calculates the 2nd correction value for amending gap with the direction of a core when performing phase correction using the 1st correction value, and the direction of an electrical condenser for every channel, and the 3rd step which calculates the last correction value according to channel from the 1st correction value and the 2nd correction value.

[0008] If the last correction value acquired by the phase correction value decision approach of this radar installation is stored in the storage section of a radar installation and the phase of each channel is amended with this last correction value in the signal-processing section, the phase gap between each channel is not only canceled, but the direction of nullity and the direction of an electrical condenser are in agreement.

[0009] It is desirable to arrange the 1st target at the front on the structure of a radar installation, to operate a radar installation according to a component antenna channel, to calculate a phase correction value from which the direction of the 1st target turns into the direction of nullity for every channel, and to make this phase correction value into the 1st correction value in the 1st step.

[0010] Moreover, it is desirable to arrange the 1st and 2nd targets which have the reflective [ target / 1st ] cross section to the 1st target and equal distance regular intervals, to operate a radar installation, to perform phase correction by the 1st correction value, to detect the 1st - the 3rd target, and to calculate the 2nd correction value based on the disregard level of each target in the 2nd step.

[0011] If the direction of nullity and the direction of an electrical condenser are in agreement, the disregard level of the 2nd and 3rd targets to the 1st target will become equal. On the contrary, a difference arises that both directions are inharmonious in the disregard level of the 2nd and 3rd targets. Therefore, the angular difference of the direction of nullity and the direction of an electrical condenser can be detected from the level difference, and the phase correction value equivalent to the angular difference can be made into the 2nd correction value.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is a flow chart which shows the procedure of the phase correction value decision approach of the radar installation which is 1 operation gestalt of this invention, and shows an example of the radar installation which applies this phase correction value decision approach to drawing 2.

[0013] The radar installation shown in drawing 2 is a common DBF radar installation. The array antenna which consists of n component antennas as a receiving antenna uses, and it is \*\*\*\*\*. The low noise amplifier (amplifier) and the mixer are formed for every component antenna channel, respectively, an input signal is mixed with a sending signal in each mixer, and the down convert of the input signal is carried out at baseband signaling. Each baseband signaling according to channel is inputted into an A/D converter through a filter, is permuted by the digital signal, and is sent to a digital digital disposal circuit (DSP circuit).

[0014] A phase and the amplitude are freely changeable with digital processing in a DSP circuit. namely, the digital input signal of each channel -- a certain regulation -- following -- a phase -- if amplitude conversion is carried out and all channels are compounded, the directivity of an antenna can be formed in the direction of arbitration in the configuration of arbitration. This is called digital beamforming (DBF).

[0015] Initial phase amendment is performed using the phase correction value which used and determined this operation gestalt on the occasion of the phase of this DBF processing, and amplitude conversion. The phase correction value is stored in the storage section in a DSP circuit.

[0016] Hereafter, according to the flow chart of drawing 1, the phase correction value decision approach of this operation gestalt is explained.

[0017] First, at step S11, the 1st correction value  $\Delta\phi_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) according to channel for amending the phase gap between receiving-antenna channels is computed.

[0018] Drawing 3 is drawing for explaining the approach at the time of computing the 1st correction value  $\Delta\phi_i$ . As shown in drawing 3, the 1st target 32 which is a criteria target is arranged at the front on the structure of a radar installation 31. A target 32 has a desirable point target like a corner reflector. Moreover, the location of a target 32 should just be the near direction of a core.

[0019] Subsequently, a radar installation is operated according to a component antenna channel in the state of this arrangement. If distance from a radar installation 31 to a target 32 is made into about 10m, it can consider that the electric wave which reradiates with a target 32 and carries out incidence to each component antenna is an parallel wave, it will detect the input signal of each channel in this condition, and will ask for a phase and the amplitude.

[0020] Then, correction value is calculated for every channel so that other phases and amplitude of a channel may become the same on the basis of the phase and amplitude of the channel chosen suitably, for example, the component antenna channel located in the center of a receiving antenna. The phase correction value at this time turns into the 1st correction value  $\Delta\phi_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). If it puts in another way, a phase correction value from which the direction 34 of the 1st target 32 turns into the direction of nullity will be calculated for every channel, and let this phase correction value be the 1st correction value  $\Delta\phi_i$ .

[0021] In addition, in drawing 3, the direction shown with a sign 33 is the direction of an electrical condenser of a radar installation 31, and shows that only the include angle  $\alpha$  has shifted [ 34 ] from the core rightward on structure. In the phase which attaches an antenna to the case of a radar installation, it is desirable to make in agreement the direction 33 of an electrical condenser and the direction 34 of a core on structure. However, it is difficult to realize this, and it will become an inequality as both directions usually show in this drawing. The field shown as a continuous line 35 shows the effective beam range of a radar installation 31, i.e., the directivity of the beam resulting from an antenna pattern, and the

configuration serves as bilateral symmetry centering on the direction 33 of an electrical condenser.

[0022] Next, it progresses to step S12. Here, as shown in drawing 4, the 2nd target 41 and the 3rd target 42 which have the same reflective cross section as the 1st target 32 are arranged on both sides of the 1st target 32. All of the distance of a radar installation 31, and the 1st - the 3rd target 32, 41, and 42 are equal, and it is equal. [ of spacing of the 2nd target 41 and the 3rd target 42, and the 1st target 32 ] That is, the 1st - the 3rd target 32, 41, and 42 are arranged on the radii centering on a radar installation 31, and that of the include angle theta 2 which the include angle theta 1 which the direction 43 which faces to the 2nd target 41, and the direction 34 which faces to the 1st target 32 make from a radar installation 31, and the direction 44 which faces to the 3rd target 42 from a radar installation 31 and said direction 34 make are equal.

[0023] A radar installation 31 is operated in this condition, and the 1st - the 3rd target 32, 41, and 42 are detected. At this time, the phase of each channel is amended the first stage with the 1st correction value  $\Delta\phi_{ii}$  calculated at step S11, performs DBF processing after that, and detects a target.

[0024] Drawing 5 is a graph which shows the DBF detection result at this time, and an include angle theta is taken along an axis of abscissa, and it has taken the disregard level along the axis of ordinate. Since the phase gap between each channel is amended by the 1st correction value  $\Delta\phi_{ii}$ , the disregard level peaks 51 and 52 which show the 2nd and 3rd targets 41 and 42 appear correctly in the location of include angles  $\theta_1$  and  $\theta_2$  centering on the 1st target 34, respectively.

[0025] Next, it shifts to step S13 and asks for three detection peak levels PL51, PC53, and PR52 corresponding to the 2nd, 1st, and 3rd target.

[0026] The disregard level peak of the electric wave reradiated from a reflective target, such as being in the equal distance from a radar installation 31, like the line shown with the sign 54 of drawing 5 decreases to bilateral symmetry centering on the location of the include angle alpha which is the direction of an electrical condenser. Therefore, a difference produces the detection peak levels PL51, PC53, and PR52 of the 2nd, 1st, and 3rd target like illustration.

[0027] Then, next, it asks for an include angle alpha using the difference of these detection peak levels.

[0028] First, in step S14, the detection peak levels PL51 and PR52 are compared, and it judges whether both are equal. If PL51 and PR52 are equal, the direction 34 and the direction 33 of an electrical condenser of the 1st target 32 can be in agreement, namely, can say that an include angle alpha is zero. In this case, the phase correction beyond this is unnecessary, the 1st correction value  $\Delta\phi_{ii}$  is determined as the last correction value, this is set as the storage section of a radar installation 31, and amendment processing (calibration) is terminated.

[0029] In step S14, if there is a difference in the detection peak levels PL51 and PR52, it turns out that the direction 34 and the direction 33 of an electrical condenser of the 1st target 32 are inharmonious. Then, in that case, it shifts to step S15 and the ratio, i.e., PL/PC, and PR/PC to the detection peak level PC 53 of the detection peak levels PL51 and PR52 are first calculated by count, respectively. Then, it asks for an include angle alpha by map retrieval from level ratio PL/PC and level ratio PR/PC.

[0030] Since the antenna pattern showed the directivity of a beam beforehand, if the arrangement to the radar installation 31 of three targets 32, 41, and 42 was decided, the relation between level ratio PL/PC and level ratio PR/PC, and an include angle alpha is specified as one kind. Therefore, if it saves beforehand by making this into a map table at ROM, it can ask for an include angle alpha from level ratio PL/PC and level ratio PR/PC.

[0031] At step S16, it asks for 2nd correction value  $\phi_{ii}$  (channel number:  $i = 1, 2, \dots, n$ ) by the following (1) type from the include angle alpha for which it asked.

[0032]  

$$\phi_{ii} = 2\pi(i-1) d \sin \alpha / \lambda \quad \text{-- (1)}$$

It is the distance between component antennas in which  $\lambda$  is sending-signal wavelength and  $d$  adjoins here mutually.

[0033] Finally, in step S17, 2nd correction value  $\phi_{ii}$  is subtracted from the 1st correction value  $\Delta\phi_{ii}$ , and the last correction value is acquired. And this last correction value is stored in the storage section of a radar installation 31, and in case a radar installation 31 is operated, it sets up so that this last correction value may be used and initial phase amendment may be performed.

[0034] In addition, although it is asking for the include angle alpha by map retrieval from level ratio PL/PC and level ratio PR/PC in order to raise precision with this operation gestalt, an include angle alpha can be specified only from one of level ratios.

[0035]

[Effect of the Invention] As mentioned above, whenever it calculates the correction value for initial phase amendment using the phase correction value decision approach of the radar installation of this invention, the radar installation the

direction of nullity and whose direction of an electrical condenser corresponded can be obtained. That is, a radar installation with symmetrical detection area on either side can be obtained.

---

[Translation done.]

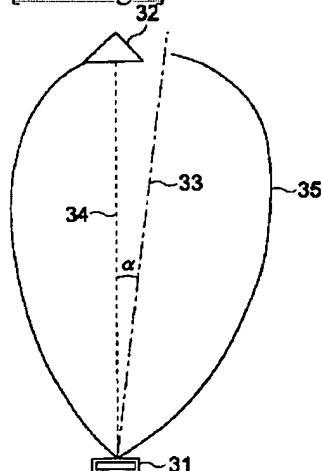
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

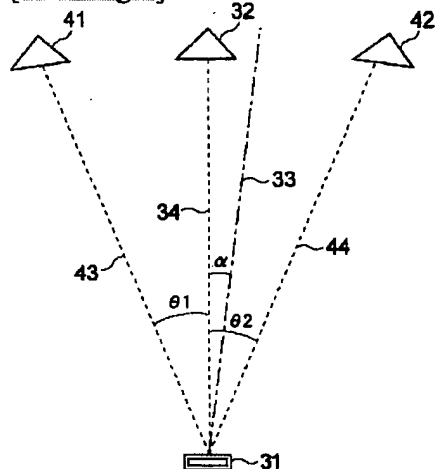
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 3]

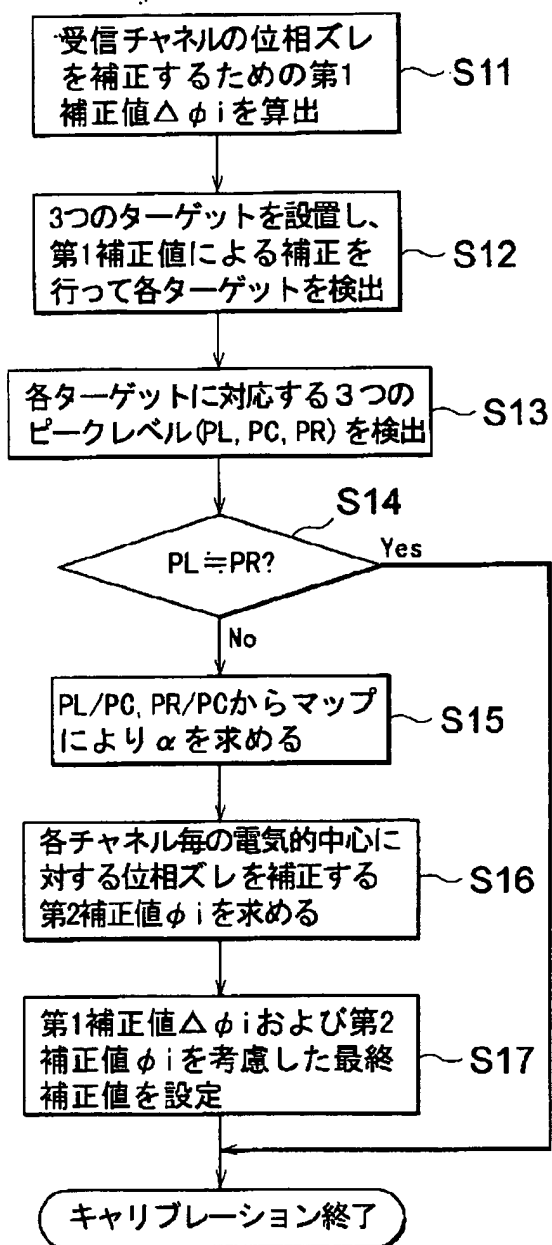


[Drawing 4]

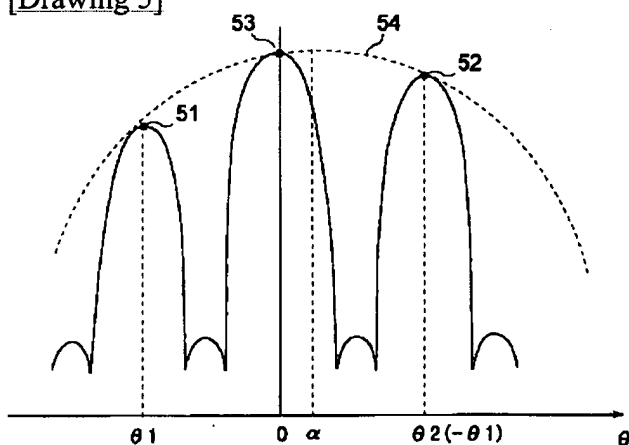


[Drawing 1]

**BEST AVAILABLE COPY**

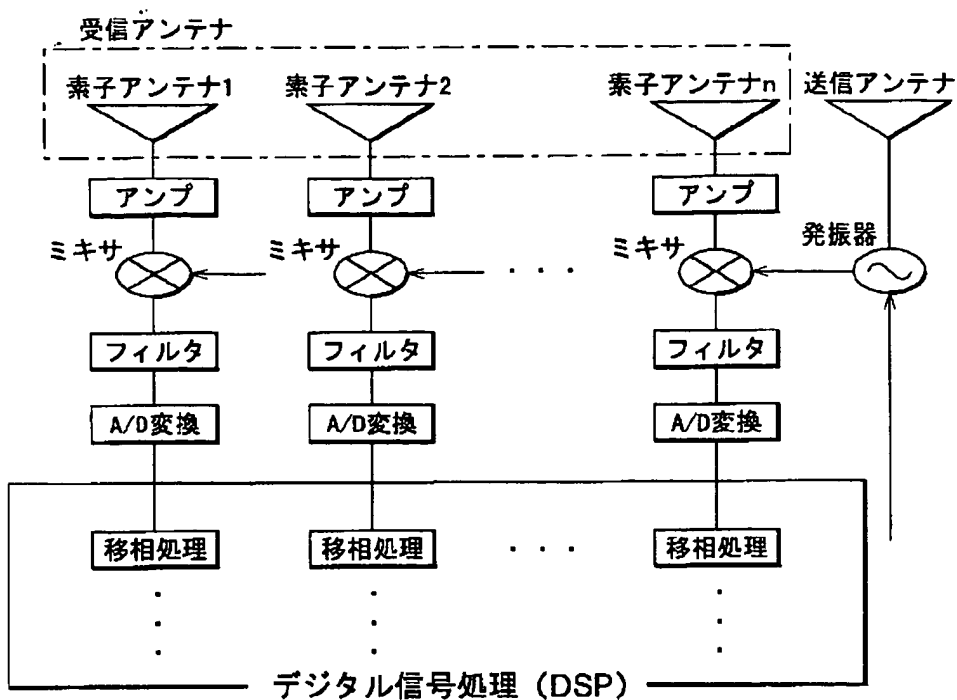


[Drawing 5]



[Drawing 2]





[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-326491

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

G 0 1 S 7/02

G 0 1 S 7/02

F

7/40

7/40

H 0 1 Q 3/38

H 0 1 Q 3/38

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-136825

(22) 出願日

平成10年(1998)5月19日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 幸則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

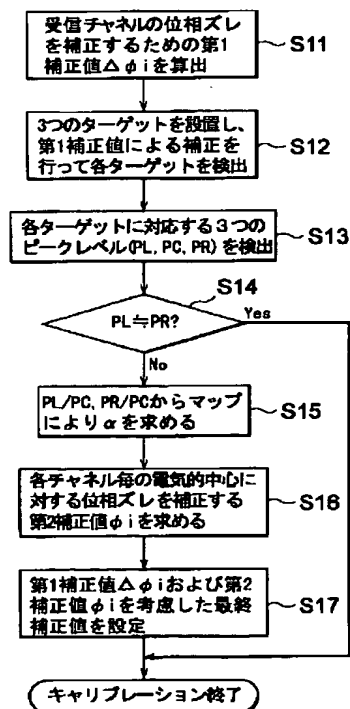
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

(54) 【発明の名称】 レーダ装置の位相補正值決定方法

(57) 【要約】

【課題】 零度方向と電気的中心方向が一致するような位相補正值を決定する方法を提供すること。

【解決手段】 複数の素子アンテナからなるアレーアンテナを受信アンテナとして備えたレーダ装置の位相補正值決定方法において、複数の素子アンテナの各チャンネル間の位相ズレを補正するための第1補正值を各チャンネル毎に求める第1段階と、第1補正值を用いて位相補正を行ったときの中心方向と電気的中心方向とのズレを補正するための第2補正值をチャンネル毎に求める第2段階と、第1補正值と第2補正值とからチャンネル別の最終補正值を求める第3段階とを有することを特徴とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の素子アンテナからなるアレーアンテナを受信アンテナとして備えたレーダ装置の位相補正值決定方法において、

前記複数の素子アンテナの各チャンネル間の位相ズレを補正するための第 1 補正值を各チャンネル毎に求める第 1 段階と、

前記第 1 補正值を用いて位相補正を行ったときの中心方向と電気的中心方向とのズレを補正するための第 2 補正值を前記チャンネル毎に求める第 2 段階と、

前記第 1 補正值と第 2 補正值とから前記チャンネル別の最終補正值を求める第 3 段階とを有するレーダ装置の位相補正值決定方法。

【請求項 2】 前記第 1 段階では、前記レーダ装置の構造上の正面に第 1 ターゲットを配置して前記素子アンテナチャンネル別に前記レーダ装置を作動させ、前記第 1 ターゲットの方向が零度方向となるような位相補正值を前記チャンネル毎に求め、この位相補正值を前記第 1 補正值とすることを特徴とする請求項 1 に記載のレーダ装置の位相補正值決定方法。

【請求項 3】 前記第 2 段階では、前記第 1 ターゲットと等反射断面積を有する第 1 および第 2 ターゲットを前記第 1 ターゲットと等距離等間隔に配置して前記レーダ装置を作動させ、前記第 1 補正值による位相補正を施して前記第 1 ～第 3 ターゲットを検出し、各ターゲットの検出レベルに基づいて前記第 2 補正值を求めることを特徴とする請求項 2 に記載の位相補正值決定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の素子アンテナからなるアレーアンテナを受信アンテナとして備えたレーダ装置の位相補正值決定方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 この種のレーダ装置として例えばデジタル・ビーム・フォーミング (DBF) レーダ装置がある。DBF レーダ装置は、所望の範囲を電子的に走査する方式であるため走査機構部が不要であり、小型軽量で振動等に強いという特長を備えている。そのため、車両用のレーダ装置としての利用が期待されている。

【0003】 ところで、この種のレーダ装置では、同一のターゲットに対して各チャンネルが検出するそのターゲットの方向が一致するように、素子アンテナ間の位相を揃える必要がある。一般に、この調整は信号処理の段階でチャンネル別の位相補正值を与えることで達成している。

【0004】 チャンネル別の位相補正值は、製造された個々のレーダ装置に固有のものであるから個別に測定を行ってその値を決定する。位相補正值の決定方法として、たとえばトヨタ技術公開集 (1997 年 12 月 25 日発行、発行番号 7294) に開示された「DBF レーダの

誤差検出方法」がある。この技術によれば、レーダ装置の正面と思われる位置にターゲットを配置して素子アンテナチャンネル別にレーダ装置を作動させ、各チャンネルにおいてターゲットの方向が零度方向となるような位相補正值を前記チャンネル毎に求めるのである。このチャンネル別位相補正值をそのレーダ装置の記憶部に格納し、DBF 信号処理の際にはこの位相補正值による補正を実行することにより、チャンネル間の位相が一致する。

## 【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】 ところが、この従来の位相補正值決定方法によると、各素子アンテナの零度方向は一致するが、その零度方向がレーダ装置の電気的中心と必ずしも一致していない。これは、レーダ装置筐体とアンテナとの組み付け誤差等に起因するものである。

【0006】 そのため、例えばレーダ装置を前方検出用として車両に搭載する場合、レーダ装置の零度方向を車両の正面と一致させて組み付けると、レーダ装置の検知エリアが車両正面からずれてしまい、検出誤動作の可能性がある。

20 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のレーダ装置の位相補正值決定方法はこのような問題を解決するためになされたものであり、複数の素子アンテナの各チャンネル間の位相ズレを補正するための第 1 補正值を各チャンネル毎に求める第 1 段階と、第 1 補正值を用いて位相補正を行ったときの中心方向と電気的中心方向とのズレを補正するための第 2 補正值をチャンネル毎に求める第 2 段階と、第 1 補正值と第 2 補正值とからチャンネル別の最終補正值を求める第 3 段階とを有するものである。

30 【0008】 このレーダ装置の位相補正值決定方法により得られた最終補正值をレーダ装置の記憶部に格納し、信号処理部において各チャンネルの位相をこの最終補正值で補正すれば、各チャンネル間の位相ズレが解消されるだけでなく、零度方向と電気的中心方向とが一致する。

【0009】 第 1 段階では、レーダ装置の構造上の正面に第 1 ターゲットを配置して素子アンテナチャンネル別にレーダ装置を作動させ、第 1 ターゲットの方向が零度方向となるような位相補正值をチャンネル毎に求め、この位相補正值を第 1 補正值とすることが望ましい。

40 【0010】 また、第 2 段階では、第 1 ターゲットと等反射断面積を有する第 1 および第 2 ターゲットを第 1 ターゲットと等距離等間隔に配置してレーダ装置を作動させ、第 1 補正值による位相補正を施して第 1 ～第 3 ターゲットを検出し、各ターゲットの検出レベルに基づいて第 2 補正值を求めることが望ましい。

50 【0011】 零度方向と電気的中心方向とが一致していると第 1 ターゲットに対する第 2 および第 3 ターゲットの検出レベルが等しくなる。逆に、両方向が不一致であると、第 2 および第 3 ターゲットの検出レベルに差が生じる。したがって、そのレベル差から零度方向と電気的

中心方向との角度差が検出でき、その角度差に相当する位相補正値を第2補正値とすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態であるレーダ装置の位相補正値決定方法の手順を示すフローチャートであり、この位相補正値決定方法を適用するレーダ装置の一例を図2に示す。

【0013】図2に示すレーダ装置は、一般的なDBFレーダ装置である。受信アンテナとしてn個の素子アンテナからなるアレーアンテナが用いられている。各素子アンテナチャンネル毎にそれぞれ低雑音増幅器（アンプ）およびミキサが設けられており、それぞれのミキサにおいて受信信号が送信信号とミキシングされ、受信信号がベースバンド信号にダウンコンバートされる。チャンネル別の各ベースバンド信号はフィルタを経てA/D変換器に入力され、デジタル信号に置換されてデジタル信号処理回路（DSP回路）に送られる。

【0014】DSP回路では、位相と振幅をデジタル処理により自由に変えることができる。すなわち、各チャンネルのデジタル受信信号をある規則に従って位相、振幅変換して全チャンネルの合成を行うと、任意の方向に任意の形状でアンテナの指向性を形成することができる。これをデジタル・ビーム・フォーミング（DBF）という。

【0015】このDBF処理の位相、振幅変換の際に、本実施形態を用いて決定した位相補正値を利用して、初期位相補正を行う。位相補正値は、DSP回路内の記憶部に格納されている。

【0016】以下、図1のフローチャートにしたがって、本実施形態の位相補正値決定方法を説明する。

【0017】まず、ステップS11では、受信アンテナチャンネル間の位相ズレを補正するためのチャンネル別の第1補正値 $\Delta\phi_i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）を算出する。

【0018】図3は第1補正値 $\Delta\phi_i$ を算出する方法を説明するための図である。図3に示すように、レーダ装置31の構造上の正面に基準ターゲットである第1ターゲット32を配置する。ターゲット32は、コーナリフレクタのようなポイントターゲットが望ましい。また、ターゲット32の位置は、およそその中心方向であればよい。

【0019】ついで、この配置状態で素子アンテナチャンネル別にレーダ装置を作動させる。レーダ装置31からターゲット32までの距離を例えば10m程度にすれば、ターゲット32で再放射され各素子アンテナに入射する電波は平行波とみなすことができ、この状態で各チャンネルの受信信号を検出し、位相および振幅を求める。

【0020】その後、適当に選択したチャンネル、たとえば、受信アンテナの中央に位置する素子アンテナチャンネルの位相および振幅を基準にして、他のチャンネルの位相と振幅が同じになるようにチャンネル毎に補正値を求め

る。このときの位相補正値が第1補正値 $\Delta\phi_i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）となる。換言すると、第1ターゲット32の方向34が零度方向となるような位相補正値をチャンネル毎に求め、この位相補正値を第1補正値 $\Delta\phi_i$ とする。

【0021】なお、図3において、符号33で示す方向は、レーダ装置31の電気的中心方向であり、構造上の中心方向34から角度 $\alpha$ だけ右方向にずれていることを示している。アンテナをレーダ装置の筐体に組み付ける段階において、電気的中心方向33と構造上の中心方向34とを一致させることが望ましい。しかし、これを実現することは困難であり、通常は両方向がこの図に示すように不一致となってしまう。実線35で示す領域は、レーダ装置31の有効なビーム範囲、すなわち、アンテナパターンに起因するビームの指向性を示しており、その形状は、電気的中心方向33を中心として左右対称となっている。

【0022】つぎに、ステップS12に進む。ここでは、図4に示すように、第1ターゲット32と同じ反射断面積を有する第2ターゲット41および第3ターゲット42を第1ターゲット32の両側に配置する。レーダ装置31と第1～第3ターゲット32、41、42との距離はすべて等しく、第2ターゲット41および第3ターゲット42と第1ターゲット32との間隔も等しい。つまり、第1～第3ターゲット32、41、42は、レーダ装置31を中心とする円弧上に配列されており、レーダ装置31から第2ターゲット41に向かう方向43と第1ターゲット32に向かう方向34とが作る角度 $\theta_1$ と、レーダ装置31から第3ターゲット42に向かう方向44と前記方向34とが作る角度 $\theta_2$ とは等しい。

【0023】この状態でレーダ装置31を作動させ、第1～第3ターゲット32、41、42の検出を行う。このとき、各チャンネルの位相は、ステップS11で求めた第1補正値 $\Delta\phi_i$ で初期補正し、その後DBF処理を実行してターゲットの検出を行う。

【0024】図5は、このときのDBF検出結果を示すグラフであり、横軸に角度 $\theta$ 、縦軸に検出レベルをとっている。各チャンネル間の位相ズレは第1補正値 $\Delta\phi_i$ により補正されているため、第2および第3ターゲット41、42を示す検出レベルピーク51、52は、第1ターゲット34を中心としてそれぞれ角度 $\theta_1$ および $\theta_2$ の位置に正確に現れる。

【0025】つぎに、ステップS13に移行し、第2、第1、第3ターゲットに対応する3つの検出ピークレベルPL51、PC53、PR52を求める。

【0026】図5の符号54で示す線のように、レーダ装置31から等距離にある等反射ターゲットから再放射された電波の検出レベルピークは、電気的中心方向である角度 $\alpha$ の位置を中心に左右対称に減少する。したがって、第2、第1、第3ターゲットの検出ピークレベルP

10

20

30

40

50

L51、PC53、PR52は図示のように差が生じる。

【0027】そこでつぎに、これらの検出ピークレベルの差を利用して角度 $\alpha$ を求める。

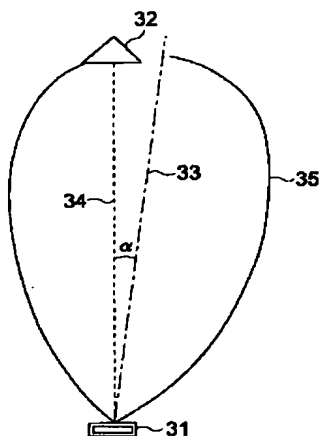
【0028】まず、ステップS14において、検出ピークレベルPL51とPR52とを比較し、両者が等しいか否かを判断する。PL51とPR52とが等しければ、第1ターゲット32の方向34と電気的中心方向33とが一致している、すなわち、角度 $\alpha$ が零であるといえる。この場合には、これ以上の位相補正は不要であり、第1補正值 $\Delta\phi_i$ を最終補正值として決定し、これをレーダ装置31の記憶部に設定して補正処理（キャリブレーション）を終了させる。

【0029】ステップS14において、検出ピークレベルPL51とPR52とに差があれば、第1ターゲット32の方向34と電気的中心方向33とが不一致であることがわかる。そこでその場合には、ステップS15に移行し、まず、検出ピークレベルPL51とPR52の検出ピークレベルPC53に対する比率すなわちPL/PCおよびPR/PCをそれぞれ計算により求める。その後、レベル比PL/PCとレベル比PR/PCからマップ検索により角度 $\alpha$ を求める。

【0030】ビームの指向性は予めアンテナパターンからわかっているため、3つのターゲット32、41、42のレーダ装置31に対する配置が決まっていれば、レベル比PL/PCおよびレベル比PR/PCと角度 $\alpha$ との関係は1通りに特定される。したがって、これをマップテーブルとしてROMに予め保存しておけば、レベル比PL/PCとレベル比PR/PCから角度 $\alpha$ を求めることができる。

【0031】ステップS16では、求めた角度 $\alpha$ から第2補正值 $\phi_i$ （ $i$ はチャンネル番号： $i=1、2、\dots、n$ ）を次の（1）式により求める。

【図3】



【0032】

$$\phi_i = 2\pi(i-1) d \sin\alpha / \lambda \quad \dots (1)$$

ここに、 $\lambda$ は送信信号波長であり、 $d$ は互いに隣接する素子アンテナ間距離である。

【0033】最後に、ステップS17において、第1補正值 $\Delta\phi_i$ から第2補正值 $\phi_i$ を減じて最終補正值を得る。そして、この最終補正值をレーダ装置31の記憶部に格納し、レーダ装置31を動作させる際に初期位相補正をこの最終補正值を用いて行うように設定する。

10 【0034】なお、本実施形態では精度を上げるために、レベル比PL/PCおよびレベル比PR/PCからマップ検索により角度 $\alpha$ を求めているが、いずれか一方のレベル比のみからでも角度 $\alpha$ を特定することができる。

【0035】

【発明の効果】以上のように、本発明のレーダ装置の位相補正值決定方法を用いて初期位相補正のための補正值を求めれば、常に、零度方向と電気的中心方向とが一致したレーダ装置を得ることができる。すなわち、左右の検知エリアが対称なレーダ装置を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すフローチャート。

【図2】この実施形態に用いられるレーダ装置の一例を示すブロック図。

【図3】レーダ装置と第1ターゲットの配置を示す図。

【図4】レーダ装置と第1～第3ターゲットの配置を示す図。

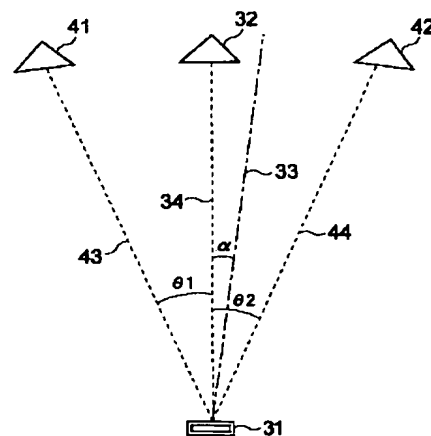
【図5】レーダ装置による第1～第3ターゲットの検出結果を示すグラフ。

30

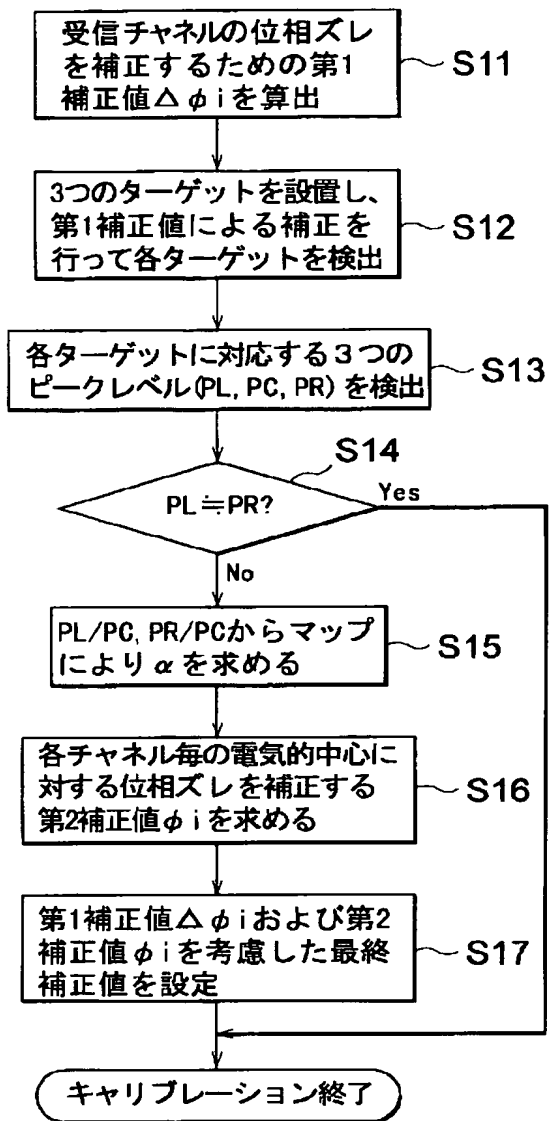
【符号の説明】

31…レーダ装置、32…第1ターゲット、41…第2ターゲット、42…第3ターゲット。

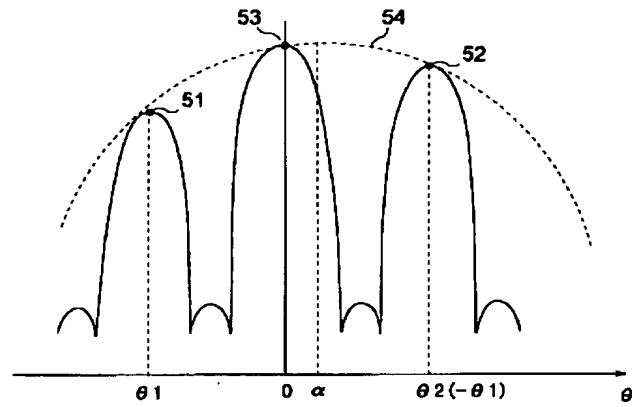
【図4】



【図 1】



【図 5】



【図2】

